



Variabilidad climática durante los últimos 1000 años en el área de Cabo Vírgenes, Argentina

María V. MANCINI¹

Abstract. CLIMATE VARIABILITY DURING THE LAST 1000 YEARS IN CABO VÍRGENES, ARGENTINA. This paper presents the pollen analysis from two sequences located in the southeast of Patagonia, Argentina, to reconstruct paleoenvironmental conditions during the last millennium. A mire ("mallín") located at 52° 19' 45''S, 68° 23' 01''W, as well as a road cut outcrop presenting a soil within Late Holocene eolian and colluvial deposits at 52° 19' 47''S, 68° 22' 22''W, were sampled. Before ca. 1000 yr BP, shrubland in the mire sides and a grass-shrub steppe allow to infer drier climatic conditions than at present. The increase in Poaceae and Juncaginaceae and later Cyperaceae preponderance in the mire sequence, as well as a grass steppe similar to the present-day steppe at regional scales according to soil pollen records, suggest moisture increase after ca. 700 yr BP. Pollen record data from the upper section of the soil profile, buried by recent eolian deposits, present the highest *Rumex* values and could probably be related to the impact produced by the introduction of sheep at the end of 19th Century.

Resumen. Este trabajo presenta el análisis polínico de dos secuencias ubicadas en el extremo sudeste de la Patagonia argentina, que permiten reconstruir las condiciones paleoambientales de los últimos 1000 años. Las secuencias polínicas pertenecen a un mallín (52° 19' 45''S; 68° 23' 01''O) y a un perfil expuesto en un corte de camino (52° 19' 47''S; 68° 22' 22''O), que presenta un suelo dentro de depósitos eólicos y coluviales del Holoceno tardío. Con anterioridad a ca. 1000 años AP los registros polínicos señalan matorrales de borde de vega y una estepa herbácea - arbustiva que permiten inferir condiciones más áridas que las actuales. El aumento de Poaceae y Juncaginaceae, y luego el predominio de Cyperaceae en la secuencia del mallín, así como una estepa gramínea similar a la actual a escala regional inferida de los registros del suelo, indican condiciones de mayor humedad después de ca. 700 años AP. El registro polínico de la parte superior del suelo, cubierto por el depósito eólico reciente presenta los mayores valores de *Rumex* y puede relacionarse con el impacto provocado por la introducción de la oveja en este sector a fines del siglo XIX.

Key words. Pollen. Vegetation. Paleoenvironments. Last millennium. Cabo Vírgenes. Argentina.

Palabras clave. Polen. Vegetación. Paleoambientes. Último milenio. Cabo Vírgenes. Argentina.

Introducción

Diferentes registros indican que durante los últimos 1000 años, el clima ha fluctuado considerablemente (Soon y Baliunas, 2003). Las evidencias señalan que el clima del último milenio comienza con un marcado calentamiento reemplazado por un clima frío entre los siglos XVI y XIX. Mayewski *et al.* (2004) indican dos períodos de cambio climático, a 1200-1000 y 600-150 cal. años AP y mencionan que si bien el primero de estos cambios no aparece en todos los registros, la aparente sincronía y la amplia distribución espacial del mismo sugieren teleconexiones a escala global.

En Patagonia sur, durante la Anomalía Climática Medieval (Stine, 1994), se registraron bajos niveles en los lagos Cardiel y Argentino; en la cuenca de este último lago, se encontraron troncos de *Nothofagus* con 50 a 100 anillos de crecimiento, fechados entre AD 1051 y 1226, que crecían en áreas ocupadas por las aguas con posterioridad a 1000 años AP. Arbustos fechados entre AD 1021 y 1228 indican que, en esta época, el lago Cardiel se recuperó de uno de los niveles más bajos del Holoceno (Stine, 1994). En los Andes del Sur, temperaturas frías de verano reconstruidas a partir de anillos de árboles recuperados en morenas del último evento Neoglacial coinciden con la máxima extensión de los glaciares entre AD 1600 y 1700 (Luckman y Villalba, 2001; Villalba *et al.* 2005). Investigaciones multidisciplinarias en sedimentos lacustres en el campo volcánico Pali Aike (52° 05'S; 69° 35'O) señalan importantes variaciones ambientales

¹Laboratorio de Paleocología y Palinología, Departamento de Biología, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad Nacional de Mar del Plata, Funes 3250, 7600 Mar del Plata, Argentina. mvmancin@mdp.edu.ar

en la estepa durante los últimos 2000 años (Schäbitz *et al.*, 2003; Zolitschka *et al.*, 2004; Haberzettl *et al.*, 2005).

Estos cambios paleoambientales durante el Holoceno tardío han afectado tanto a los ecosistemas como a las poblaciones humanas. Los registros arqueológicos sugieren escasa utilización de la cuenca de Lago Argentino que pueden reflejar abandono del área después de 1000 años AP (Franco *et al.*, 2004). En el área de Cabo Vírgenes, los datos arqueológicos indican escasa presencia humana en este sector para los últimos 1200 años, indicando que la utilización del mismo ha sido marginal y explotada en diferentes épocas del año (Borrero y Franco, 1999; L'Heureux y Franco, 2002). El presente trabajo se origina en el marco de estas investigaciones arqueológicas en el extremo sur de la Patagonia argentina (Borrero y Franco, 2000; Franco *et al.*, 2004), con el objetivo de estudiar las condiciones ambientales y su influencia en la distribución regional de los grupos de cazadores-recolectores y contribuir a la comprensión de las variaciones climáticas durante el Holoceno tardío en Patagonia sur.

Descripción general del área

El área de estudio se encuentra en el extremo sudeste de la Patagonia y comprende Punta Dungeness y Cabo Vírgenes (figura 1). La primera es una punta de acreción formada durante el Holoceno Medio por la constante depositación de sedimentos litorales y por el transporte y modelado por la acción de las olas, influida por dos medios marinos diferentes: el océano Atlántico al este y el estrecho de Magallanes al oeste. El material proviene de los sedimentos glaciales asociados a las morenas de Cabo Vírgenes y de los depósitos morénicos subyacentes atribuidos a la máxima extensión pleistocénica de los hielos (Uribe y Zamora, 1981; González Bonorino *et al.*, 1999). Los cambios en el nivel del mar probablemente jugaron un rol central en el desarrollo de esta geoforma (González Bonorino *et al.*, 1999) que se habría iniciado hace unos 4200 años (Uribe y Zamora, 1981).

En el sector argentino de esta región así como en otras localidades del norte y sur del estrecho de Magallanes, se ha identificado un suelo dentro de depósitos eólicos y coluviales del Holoceno tardío, vinculado al mejoramiento ambiental en la región hacia 1000 años AP (Favier Dubois y Manzi, 2002; Favier Dubois, 2003).

Clima y vegetación actual

La región al sur de los 51°S está situada entre el flanco sur de la célula de alta presión subtropical y la de baja presión subpolar. Estos sistemas de presión

sufren una pequeña variación estacional en cuanto a ubicación e intensidad (Tuhkanen, 1992).

En la mayor parte de la provincia de Santa Cruz las precipitaciones no superan los 200 mm anuales, sólo en la región cordillerana y en el área de Cabo Vírgenes son mayores a 300 mm anuales. La distribución de las lluvias presenta un máximo en otoño, a excepción de Río Gallegos y todo el extremo SE donde el mes más lluvioso es enero, relacionado a la formación de nubes que generan lluvias convectivas que tienen su origen en el Océano Atlántico. También el estacionamiento temporario de pequeños frentes entre el aire del Pacífico y del Atlántico genera lluvias a fines de primavera y principios de verano. La forma peninsular provoca una mayor influencia marina en este sector (Cuadra, 1995). La nubosidad se mantiene durante casi todo el año y tiene un máximo estival, lo cual afecta el balance de radiación.

En Río Gallegos la temperatura media anual es de 6,8°C y varía entre 1 y 2°C en julio a 12-14°C en enero. Sin embargo, durante los meses de verano la temperatura alcanza 6°C e incluso valores bajo 0°C. En Patagonia dominan los vientos del oeste con promedio de velocidades mensuales de 30 km/h. En contraste, los vientos del Atlántico son más calmos, excepto durante las tormentas del sudeste que ocurren principalmente en invierno (Tuhkanen, 1992; González Bonorino *et al.*, 1999).

El área de estudio (figura 1) se ubica en el Distrito Magallánico. La fisonomía dominante es la estepa gramínea de *Festuca gracillima* Hook (Boelcke *et al.*, 1985; León *et al.*, 1998) que se extiende por mesetas y laderas alternando con vegas en lugares de escurrimiento esporádico o permanente (Roig, 1998). Presenta una cobertura de 40 a 70%, dependiendo de la intensidad del pastoreo y de la erosión. Se pueden diferenciar dos estepas de *F. gracillima* separadas aproximadamente por la isohieta de 250-300 mm, una xérica y otra húmeda (Roig, 1998; León *et al.*, 1998; Oliva *et al.*, 2001). La estepa xérica, representada por *F. gracillima* con *Nardophyllum bryoides* (Lam.), se ubica en la cuenca baja del río Gallegos. Hacia el este y el oeste se mezcla con la estepa magallánica húmeda y hacia el norte (sur del río Coyle) con el matorral de *Junellia tridens* (Lag.) Moldenke. La estepa húmeda comprende diferentes fisonomías según la abundancia de las especies dominantes: *F. gracillima*, *E. rubrum* Vahl ex Willdenow y *Chiliotrichum difussum* (G. Forst.) Kuntze. Se encuentra en la zona de Cabo Vírgenes, en el sudoeste de Santa Cruz y en el norte de Tierra del Fuego. Está acompañada por gramíneas (*Deschampsia flexuosa* (L) Trim, *Hierocloe pusilla* Hackel, *Poa rigidifolia* Steudel) y dicotiledóneas (*Senecio magellanicus* Hook. & Arn, *Primula magellanica* Lehm., *Ranunculus peduncularis* Smith, *Geum magellanicum* Comm. ex Pers. y *Perezia recurvata* (Vahl)

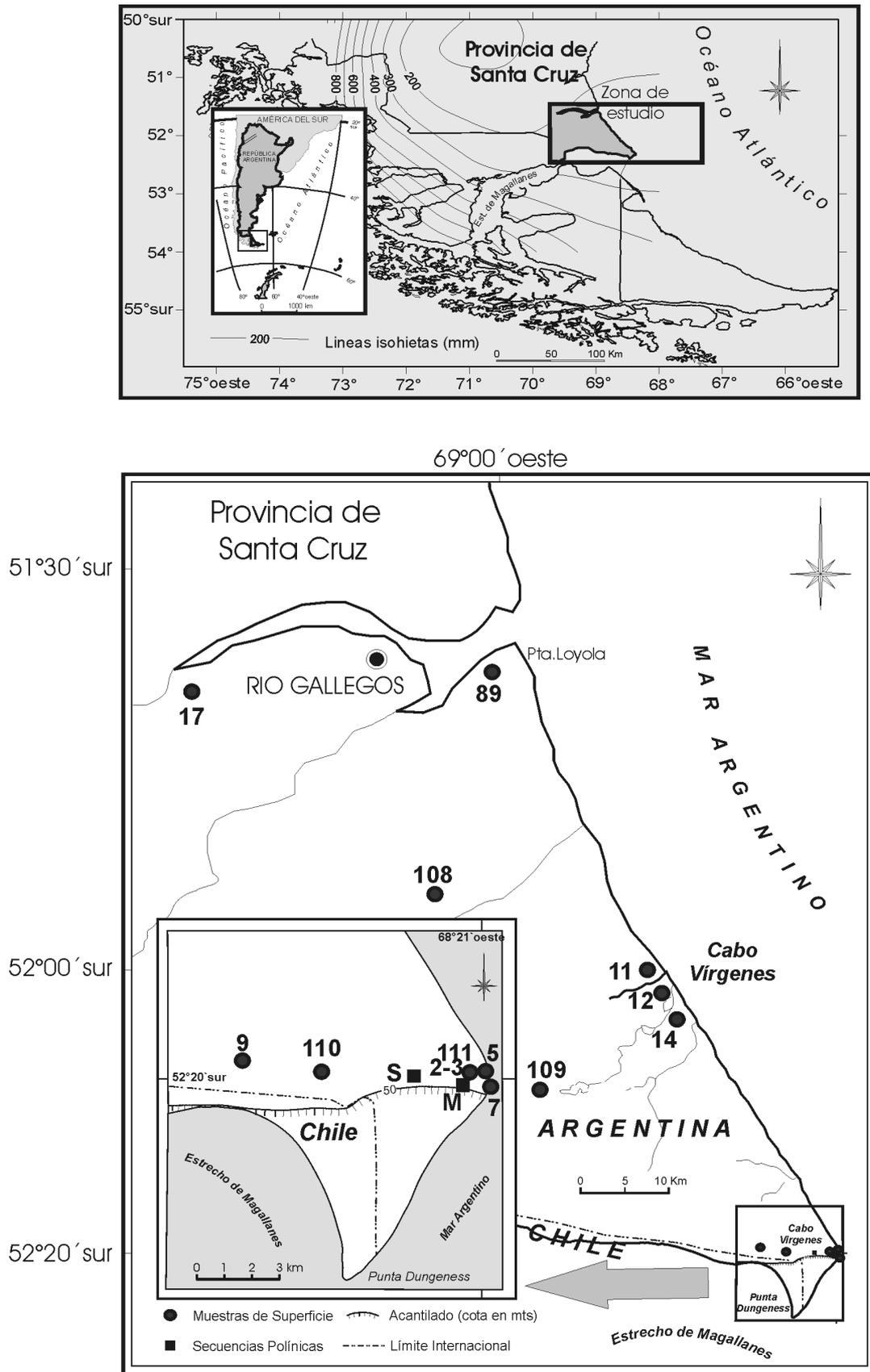


Figura 1. Mapa de ubicación de Cabo Vírgenes, muestras polínicas de superficie y secuencias analizadas / location map of Cabo Vírgenes, surface pollen samples and studied sequences.

Less.) (León *et al.*, 1998). Es un pastizal homogéneo alterado por matas de *Berberis buxifolia* Lam. o *Junellia tridens*. En el sector sudeste, la mayor pluviosidad da lugar a un pastizal muy rico con especies características del pastizal húmedo que convive con los bosques caducifolios. Entre ellas: *Chilotrichum diffusum*, *Empetrum rubrum* Vahl ex Willdenow, *Baccharis magellanica* (Lam.) Pers., *Rytidosperma virescens* var. *patagonica* (Spegazzini) Nicora y *Ranunculus peduncularis* (Boelcke *et al.*, 1985). Hacia el norte, la estepa continua y homogénea aparece en forma de mosaico con extensos matorrales de *Junellia tridens*.

La baja temperatura media y las características litológicas, así como la presencia de horizontes impermeables arcillosos favorecen la existencia de mallines o vegas. Se desarrollan en el fondo de valles y cañadones o cubetas y en general, son praderas húmedas de ciperáceas. Como dominantes encontramos a *Juncus scheuchzerioides* Gaudichaud y *Carex vallis-pulchrae* Philippi junto a *Caltha sagittata* Cav. (Collantes y Faggi, 1999). En lugares con mayor disponibilidad de agua, como cañadones, orillas de lagunas o márgenes de cursos de agua permanentes se desarrolla el pastizal de *Festuca pallescens* (St. Ives) Parodi. En cercanías del litoral atlántico se encuentran extensos matorrales de *Lepidophyllum cupressiformis* (Larn.) Cass, que ocupa suelos alcalinos a salinos a moderadamente ácidos.

Rumex acetosella L. puede aparecer como maleza en las márgenes de las rutas formando colonias en el pastizal xérico, pero no como elemento de la estepa (Boelcke *et al.*, 1985). Distintas comunidades dominadas por especies exóticas han sido descritas para la Patagonia. El dominio de estas especies en áreas de bosques y estepas húmedas, se explica por el impacto producido en corto tiempo, hacia fines del siglo XIX, por la quema de bosque para uso forrajero y la introducción de ganado doméstico, además de la alta competencia que las especies introducidas presentan sobre las indígenas (Roig, 1998).

Materiales y métodos

Se recolectaron muestras de suelo superficial a lo largo de la costa y en diferentes situaciones de la estepa, para complementar los datos polínicos actuales disponibles para la provincia de Santa Cruz (Mancini, 1998; Prieto *et al.*, 1998; Schäbitz *et al.*, 2003).

Las secuencias polínicas estudiadas (véase figura 1) pertenecen a un mallín localizado en un valle (52° 19' 45"S; 68° 23' 01"O) y a una secuencia estratigráfica expuesta en un corte artificial de camino (52° 19' 47"S; 68° 22' 22"O), que presenta un suelo (molisol) dentro de depósitos eólicos y coluviales del Holoceno tardío (Favier Dubois y Manzi, 2002; Favier Dubois,

2003). Estos sitios se ubican sobre depósitos apoyados sobre el acantilado a 70 m snm. El muestreo polínico del mallín se realizó en una excavación utilizando cajas metálicas (30 x 7 x 5 cm) para los 60 cm superiores; los 40 cm inferiores se muestrearon cada 5 cm. En los 30 cm inferiores de la secuencia expuesta, representados por un sedimento arenoso, se tomaron muestras cada 5 cm; por encima se encuentra un estrato constituido por un sedimento limoso con alta concentración de materia orgánica, que fue muestreado cada 2 cm. Los 30 cm superiores corresponden a un depósito eólico reciente que no fue muestreado para análisis polínico.

Se realizó un análisis de pérdida por ignición sobre peso seco de sedimento para estimar el contenido de materia orgánica de los sedimentos. Los resultados son expresados como porcentaje de pérdida de peso después de la ignición.

Las muestras actuales y fósiles fueron tratadas con técnicas de extracción estándar (Faegri e Iversen, 1989). El peso seco de las mismas varió entre 3 y 12 gr para aquellas con mayor cantidad de materia orgánica y 20 gr para las más arenosas. Para estimar la concentración en granos/gramo de sedimento se agregaron a cada muestra tres pastillas de *Lycopodium* (37.626 esporas en total).

Las sumas polínicas variaron entre 300 y 1280 granos. Los resultados se expresan en diagramas de porcentaje y concentración (g/gramo de sedimento) (figuras 2, 3 y 4).

Rumex, indicador de impacto, *Nothofagus*, taxón de larga distancia y las esporas fueron excluidos de las sumas polínicas.

Los grupos de muestras actuales y las zonas polínicas se determinaron con análisis de agrupamiento usando la distancia Orlocci y respetando la posición estratigráfica en las secuencias (TGView 2.0.2, E. Grimm, 2004).

Se dispone de dataciones radiocarbónicas y OCR (Oxidizable Carbon Ratio). Este último es un método químico de datación que mide la degradación del carbono orgánico en el perfil de suelo en función de parámetros ambientales (Frink, 1994). El procedimiento OCR está diseñado para medir la edad de carbono orgánico bajo condiciones aeróbicas.

Resultados

De acuerdo al análisis estadístico las muestras de superficie se separan en dos grupos (figura 2):

A) comprende a las muestras ubicadas en la meseta; predomina Poaceae (45 a 75%) acompañada de Asteraceae subf. Asteroideae (5 a 25%). *Berberis* y *Verbena*, aunque en bajos porcentajes, representan a arbustos comunes en la estepa.

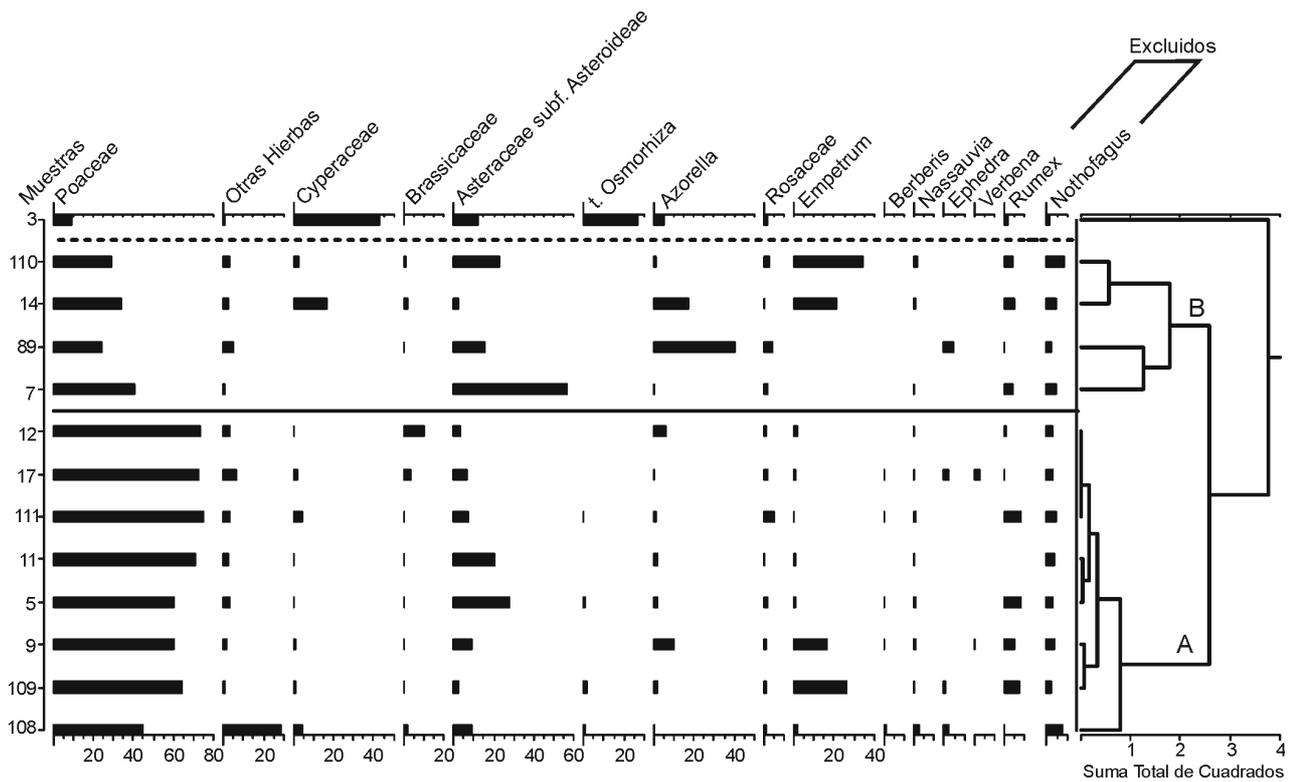


Figura 2. Diagrama polínico de las muestras de superficie / modern pollen diagram.

B) reúne muestras ubicadas en sectores bajos; en las muestras 7 y 89, próximas a la costa, predominan Asteraceae subf. Asteroideae y *Azorella* respectivamente. Las muestras 110 y 14 pertenecientes a depresiones, se caracterizan por *Empetrum* entre 20 y 35%. La muestra 3, correspondiente a la superficie del mallín donde se muestreó la secuencia fósil, se separa de las anteriores y presenta el porcentaje más alto de Cyperaceae (50%).

La secuencia polínica del mallín se divide en dos zonas (figura 3):

M1: entre 100 y 40 cm (ca. 1200 y 700 años AP). En la sección inferior (hasta 55 cm) predominan Brassicaceae (entre 25 y 60%) y Asteraceae subf. Asteroideae (25 a 40%); con porcentajes menores se encuentran Poaceae (15 a 20%), Lamiaceae y Asteraceae subf. Cichorioideae (< 10%). Entre 50 y 40 cm se observa el aumento de Poaceae y la disminución de Brassicaceae y de Asteraceae subf. Asteroideae. Los valores de concentración más altos corresponden a Brassicaceae (75.000 g/gr), Asteraceae subf. Asteroideae (4.000 g/gr) y Poaceae (4.000 g/gr). Los sedimentos son grises y arenosos.

M2: comprende los 35 cm superiores (desde 670 años AP). La parte inferior (35 - 25 cm) de esta zona presenta los máximos valores de Poaceae (20 a 50%) y de Juncaginaceae / *Triglochin* (hasta 40%) y disminución de Brassicaceae (5%) y Asteraceae subf.

Asteroideae (20%); comienza a aumentar Cyperaceae. Los conjuntos polínicos de los 20 cm superiores presentan altos valores de ciperáceas (40 a 85%), disminución de Asteraceae subf. Asteroideae (< 10%), trazas de Brassicaceae y desaparición de Juncaginaceae / *Triglochin* y son muy similares al espectro polínico de la muestra actual del mallín. Los valores de concentración son mayores para Cyperaceae (hasta 90.000 g/gr a los 15 cm) y Poaceae (hasta 8000 g/gr). Los sedimentos son negros y limo arcillosos. Los porcentajes de materia orgánica aumentan significativamente (30 a 60%) en los 40 cm superiores.

El agrupamiento estadístico de las muestras de la secuencia polínica del suelo (figura 4) permite diferenciar dos zonas:

S1, entre 80 y 45 cm, reúne muestras caracterizadas por Asteraceae subf. Asteroideae (30 a 60%), Poaceae (30 a 60%) y Brassicaceae (10%).

S2, en esta zona se separan los conjuntos polínicos de las muestras ubicadas entre 43 y 34 cm; estos espectros presentan altos valores de Poaceae (70-80%) con bajos valores de arbustos, entre los que domina Asteraceae subf. Asteroideae (15 y 20 %). Estas muestras presentan los mayores valores de concentración polínica alcanzando 30.000 g/gr en Poaceae. La muestra de contacto entre el suelo y el depósito eólico suprayacente presenta altos valores (45%) de *Rumex*. La muestra superior, correspon-

Figura 3. Diagrama en porcentaje y concentración de la secuencia polínica del mallín / mire pollen diagram in percentage and concentration.

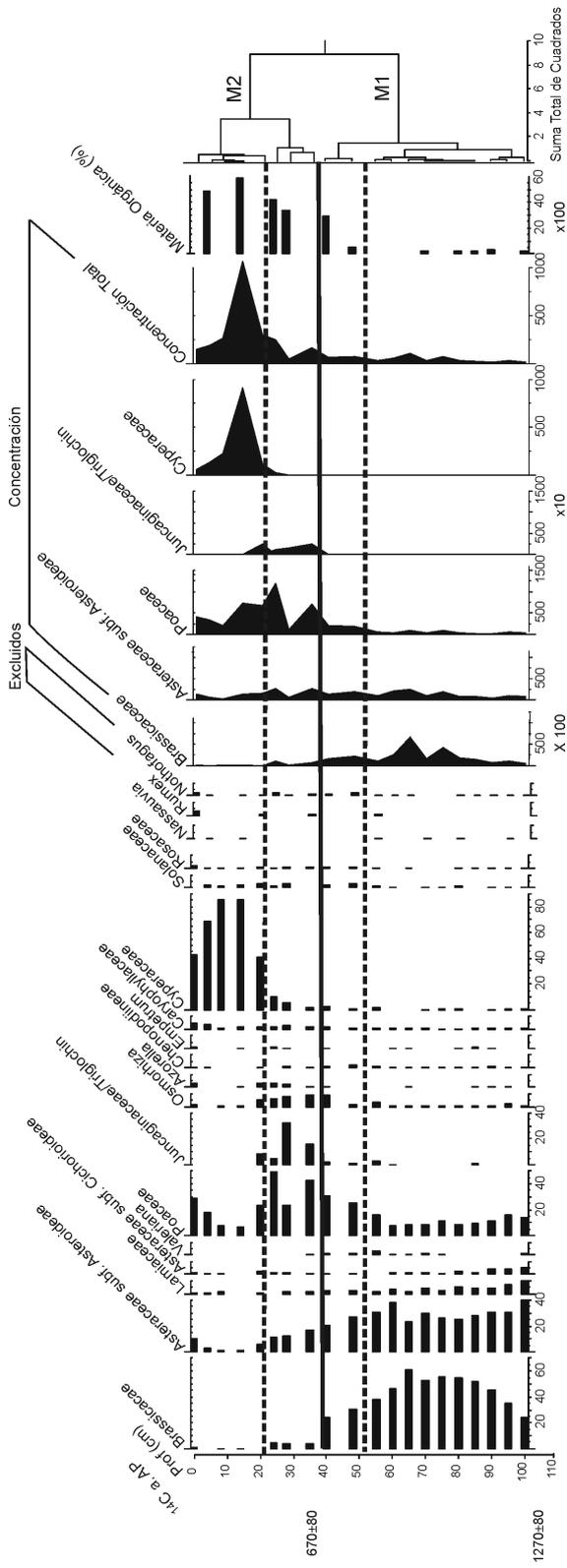
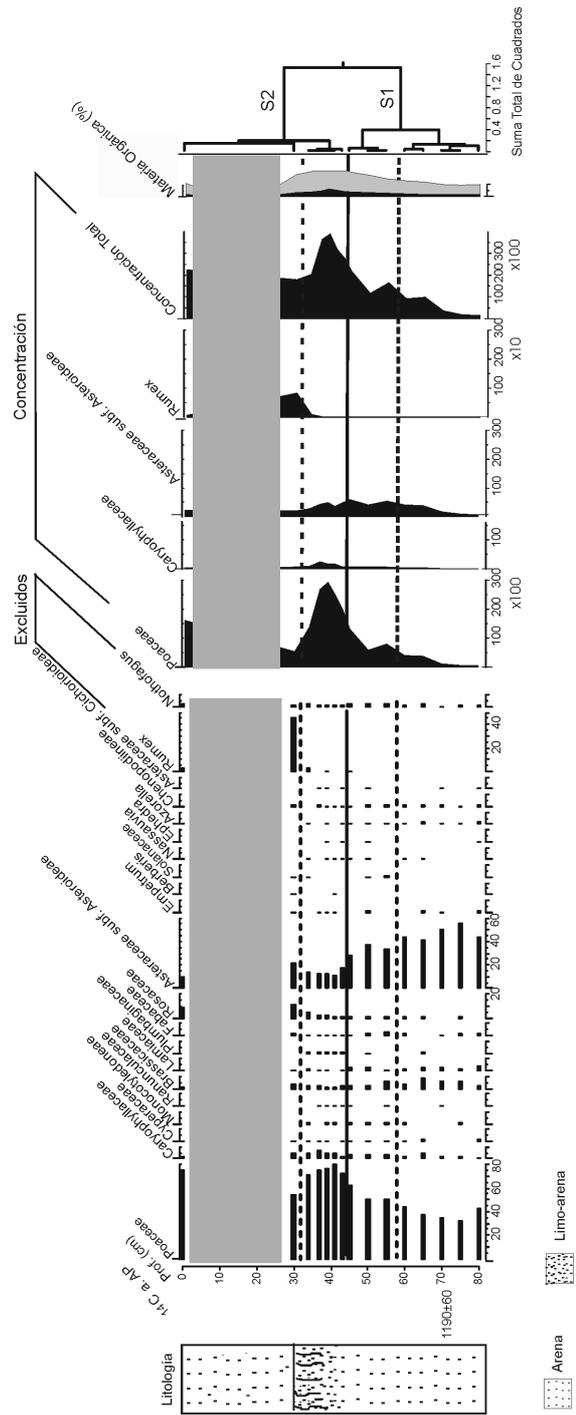


Figura 4. Diagrama en porcentaje y concentración de la secuencia polínica de suelo / soil pollen diagram in percentage and concentration.



diente al sedimento actual, está dominada por Poaceae (80%).

En la tabla 1 se presentan las dataciones radiocarbónicas disponibles para las secuencias estudiadas. La datación radiocarbónica del sitio CV6, fue utilizada para la interpretación de la secuencia polínica de suelo, por proximidad a la misma.

Discusión

Los conjuntos polínicos de las muestras de superficie del grupo A se vinculan con la estepa de *F. gracillima*, característica del sector sur de la meseta patagónica. Algunas de las muestras pertenecientes a este grupo se integraron al modelo polínico regional del extremo sur de Patagonia, relacionándose con las muestras de la estepa húmeda, con excepción de la muestra 108 (Quintana *et al.*, 2003). Esta muestra, ubicada al sur de Río Gallegos, representa a la estepa seca de *F. gracillima* y está asociada con taxones que denotan mayor xericidad (*Nassauvia ulicina*, *Nardophyllum brioides*, *Ephedra frustillata*) (Boelcke *et al.*, 1985). El grupo B representa situaciones vinculadas principalmente a características edáficas. En áreas bajas de transición hacia la estepa, la vegetación está integrada por manchones discontinuos de gramíneas alternados con arbustos o subarbustos y áreas desprovistos de vegetación o peladales (M 14) (Mazzoni y Vázquez, 2004). Los altos valores de Asteraceae subf. Asteroideae representan a *Lepidophyllum*, arbusto que tolera altas concentraciones de sal en el sustrato en áreas cercanas a la costa (M7); la mayor proporción de Cyperaceae se encuentra en depresiones con alta disponibilidad de humedad en los suelos.

La secuencia polínica del mallín comienza a ca. 1100 años AP con una vegetación representada por arbustos o subarbustos de Asteraceae subf. Asteroideae con coirones y cojines aislados de *Empetrum*, asociada a condiciones medias de humedad. En matorrales de borde de vega suele encontrarse *Chilotrimum diffusum*. Procesos erosivos o de degradación pueden dar lugar a la expansión de Brassicaceae y en menor proporción, de Asteraceae subf. Cichorioideae. Condiciones de mayor humedad favorecen el aumento de pastos y la aparición de Juncaginaceae, dando lugar después de 670 años AP a un mallín con buena disponibilidad de agua en el suelo y una cubierta vegetal donde dominan Poaceae y Juncaginaceae. En la última parte de la secuencia la vegetación está representada principalmente por Ciperáceas. Los cambios de la vegetación inferidos por el registro polínico son coincidentes con el cambio en los sedimentos de esta secuencia, de arenosos en la sección inferior a limo-arcillosos hacia la parte superior.

El desarrollo del suelo identificado al sur de la cuenca del Río Gallegos y descrito para el área de Cabo Vírgenes, puede indicar un cambio importante en las condiciones ambientales debido a la estabilización de sistemas regionales eólicos y coluviales en ese tiempo (Favier Dubois, 2003). De acuerdo a las fechas obtenidas, el origen del molisol a nivel regional se ubica a ca. 1000 cal. AD (Favier Dubois, 2003). Los espectros polínicos de la parte inferior del perfil de suelo sugieren una estepa herbácea-arbustiva que indica condiciones climáticas más áridas que las actuales. Estas condiciones se extienden hasta ca. 700 años AP cuando los espectros polínicos indican una estepa gramínea similar a la actual. En este sector de la secuencia se observa el desarrollo del horizonte A del suelo (Favier Dubois, 2003), probablemente en relación a un cambio en las condiciones ambientales, con aumento de los procesos pedogenéticos y disminución de la depositación, lo cual explicaría el aumento de la concentración polínica. Un clima más húmedo favorece estos procesos y también el mayor desarrollo de una cubierta de vegetación representada en este caso por el dominio de Poaceae asociado con la estepa de *Festuca gracillima*.

El registro polínico de la parte superior del suelo en contacto con el depósito eólico suprayacente presenta los mayores valores de *Rumex* y puede relacionarse con la introducción de la oveja en este sector a fines del siglo XIX. El pastoreo, a su vez habría afectado el proceso de erosión-sedimentación contribuyendo a la depositación del material eólico. Dos dataciones por OCR de 120 ± 3 años AP y 144 ± 4 años AP fueron obtenidas en dos secuencias del área de Cabo Vírgenes y son consideradas edades máximas para el enterramiento del suelo (Favier Dubois, 2003). Si bien difiere el espesor del depósito eólico, las fechas indican que el comienzo del enterramiento fue concurrente en las diferentes localidades (Favier Dubois, 2003). Materiales modernos hallados en este estrato, tal como vidrio industrial, confirman su edad reciente (Favier Dubois y Manzi, 2002).

Correlación con otras secuencias del extremo sur de Patagonia

Hacia el este de la región de estudio, los registros continuos de alta resolución en el campo volcánico Pali Aike, revelan un período seco medieval interrumpido por al menos un intervalo húmedo y/o frío entre AD 980 y 1010 (Haberzettl *et al.*, 2005). El principal cambio en las condiciones climáticas (cálido-seco a frío-húmedo) fue registrado en este sector en el siglo XV (Zolitschka *et al.*, 2004). Hacia el sur, en Cabo San Pablo (Tierra del Fuego), la información polínica, proveniente de una turbera cercana al

Tabla 1. Dataciones radiocarbónicas y OCR para las secuencias estudiadas. Las correspondientes a la secuencia de suelo pertenecen a sondeos realizados en los sitios arqueológicos CV4 y CV6, cercano a la secuencia analizada (52° 19' 46" S; 68° 22' 16" O) / radiocarbon and OCR dates for the analyzed sequences. The soil sequence dates are from the archeological sites CV4 and CV6 (52° 19' 46" S; 68° 22' 16" W).

Perfil	Profundidad (cm)	Años AP	Material	N° Laboratorio
Mallín	38	670 ± 70 ¹⁴ C	Turba	GX-27869
	105	1270 ± 80 ¹⁴ C	Turba	GX-27617
Paleosuelo (CV6)	41*	1190±60 ¹⁴ C	carbón	GX-25772
	61*	1032± 30 OCR	Materia Orgánica	ACT 4794
CV4	40*	1170±50	Carbón	Beta-144998

Océano Atlántico señala variaciones climáticas similares a las observadas en las secuencias de Cabo Vírgenes. En esta zona de contacto bosque-estepa la definitiva expansión del bosque comenzó hacia 900 años AP y el bosque cerrado se estableció después de 300 años AP, indicando aumento de humedad proveniente de tormentas generadas en el Pacífico sur como resultado del debilitamiento de la célula anticiclónica sobre los mares subtropicales (Heusser y Rabassa, 1995). A partir de un registro de turba sobre el este del Canal de Beagle (Harberton, 54° 53'S; 67° 10'O), Pendall *et al.*, (2001) señalan un período de moderada variabilidad de la temperatura, con un período frío de *ca.* 200 años después de 1000 cal. años AP y condiciones estables para los últimos 700 años. Sin embargo, Mauquoy *et al.* (2004) a partir del análisis de un testigo de turba del sur de Tierra del Fuego, sugieren condiciones cálidas/secas entre 1170-980 años AP (AD 960 y 1020) que relacionan con el Período Cálido Medieval y dos períodos fríos y/o húmedos a *ca.* AD 1030-1100 y *ca.* AD 1800-1930.

Para los últimos 600 años AP las regiones polares son frías y ventosas. Aunque los registros de alta resolución son escasos para este intervalo el clima es frío en regiones del este de la Antártida, en una situación similar a las recientes condiciones bimodales de temperatura sobre el continente (Mayewski *et al.*, 2004).

En el sur de los Andes, entre 47 y 54° S, la reconstrucción de la temperatura a partir de anillos de árboles mostró severos intervalos fríos entre AD 1640 y 1850. Las expansiones glaciarias en el sector sur durante el último Neoglacial pueden haber consistido de dos eventos principales, uno antes del siglo XVIII y el segundo durante el siglo XIX (Villalba *et al.*, 2005). Estas evidencias parecen indicar una relación entre variaciones de temperatura y precipitación y los avances glaciares en Patagonia, aunque no todos

los glaciares muestran sincronidad con estos parámetros climáticos, dado que algunas de las fluctuaciones glaciarias están relacionadas con características internas de los campos de hielo (Glasser *et al.*, 2004).

En las secuencias de las lagunas Potrok Aike y Azul, del campo volcánico Pali Aike, el aumento de *Rumex* para fines del siglo XIX (Zolitschka *et al.*, 2004) coincide con el registro de la secuencia de suelo en Cabo Vírgenes. La introducción de plantas exóticas en Patagonia comienza con las primeras expediciones de navegantes europeos. Commerson, de la expedición de Bougainville en 1767 encontró *Capsella bursa-pastoris* (L.) Medik en las costas del estrecho de Magallanes; Dumont D'Urville en 1828 encontró *Lolium perenne* L., *Rumex acetosella*, *Senecio vulgaris* L., entre otras, en las Islas Malvinas (Roig, 1998).

Conclusiones

Si bien los mallines son ecosistemas azonales (Movia *et al.*, 1987) que responden a factores topográficos y geomorfológicos particulares también se ven afectados en su hidrología por cambios en la temperatura y la precipitación. Estos factores climáticos influyen en la evapotranspiración y en el flujo de agua de superficie provocando cambios en la humedad del mallín. En las secuencias analizadas, los cambios en la vegetación indican tendencias similares en las fluctuaciones de la humedad efectiva. Así, los cambios en las condiciones hídricas del mallín pueden vincularse con las observadas en la secuencia de suelo permitiendo inferir condiciones más áridas que las actuales alrededor de 1000 años AP y de mayor humedad para los últimos 700 años. Por otro lado, la expresión regional del paleosuelo y la relación de los cambios inferidos en estos registros con otros de Patagonia sur permiten sugerir una tendencia regional en las variaciones climáticas durante el último milenio en el extremo sur de Patagonia.

Para *ca.* 1000 años AP las evidencias arqueológicas suponen abandono de ocupación en algunas áreas de Patagonia, tal como el área de lago Argentino. Pero en otras regiones, tal como en el sector oriental del estrecho de Magallanes, parece haber continuidad poblacional o colonización tardía con muy baja demografía (Borrero y Franco, 2000). En Punta Dungeness se han identificado ocupaciones a *ca.* 1600 años AP (Massone, 1979) y en el área Cabo Vírgenes, a *ca.* 1200 años AP, donde la información recuperada señala explotación especializada de los recursos costeros. Estos hallazgos indican que el área debió formar parte del rango de acción de los cazadores - recolectores (L'Heureux y Franco, 2002; Franco *et al.*, 2004) en momentos de condiciones áridas que pue-

den haber provocado cambios en las vías de circulación humana (Borrero y Franco, 2000). Las investigaciones arqueológicas y paleoambientales que se están realizando al este del área de estudio, en el campo volcánico Pali Aike (Schäbitz *et al.*, 2003, Zolitschka *et al.*, 2004, Borrero *et al.*, 2004), complementarán la información sobre las condiciones climáticas del Holoceno tardío y su influencia en la dinámica poblacional de los grupos cazadores-recolectores en el extremo sur de la Patagonia.

Agradecimientos

Este trabajo fue financiado por la Agencia de Promoción Científica (PICT 9498 "Modos de interacción de los pobladores de la Patagonia Meridional") y CONICET (PIP-2390 "Magallania III"), subsidios otorgados a L. Borrero; y por la Universidad Nacional de Mar del Plata EXA 275/03, subsidio otorgado al Grupo de Paleocología y Palinología. A L. Borrero por su apoyo y por la información brindada. A F. Martín y a R. Barberena por la valiosa colaboración en el trabajo de campo. A V. Bernasconi por la elaboración del mapa. A F. Schäbitz y un revisor anónimo por las sugerencias realizadas.

Bibliografía

- Boelcke, O., Moore, D. y Roig, F. 1985. *Transecta Botánica de la Patagonia Austral*. Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Tecnológicas (Argentina), Instituto de Patagonia (Chile), Royal Society (Gran Bretaña). Buenos Aires, 733 pp.
- Borrero, L.A. y Franco, N.V. 2000. Cuenca Superior del río Santa Cruz: perspectivas temporales. En: Universidad Nacional de la Patagonia Austral (ed.), *Desde el país de los Gigantes. Perspectivas arqueológicas en Patagonia*. Río Gallegos, Argentina: 345-356 pp.
- Borrero, L.A. y Franco, N.V. 1999. Arqueología de Cabo Vírgenes, Provincia de Santa Cruz. *13º Congreso Nacional de Arqueología Argentina* (Córdoba), *Resúmenes*: 387.
- Borrero L.A., Manzi, L., L'Heureux G.L., Martín F. M., Franco N. V., Charlin J., Barberena R. y Campán P.A. 2004. Arqueología del Campo de Lava Pali Aike. *15º Congreso Nacional de Arqueología Argentina* (Río Cuarto), *Resúmenes*: 368.
- Collantes, M. y Faggi, A.M. 1999. Los humedales del sur de Sudamérica. En: A.I. Malvares (ed.), *Tópicos sobre humedales subtropicales y templados en Sudamérica*. UNESCO. Montevideo: 15-25 (on line).
- Cuadra, D.E. 1995. Aportes a la climatología de Santa Cruz. *Espacios* 1: 15-23.
- Favier Dubois, C.M. 2003. Late Holocene climatic fluctuations and soil genesis in southern Patagonia: effects on the archaeological record. *Journal of Archaeological Science* 30: 1657-1664.
- Favier Dubois, C.M. y Manzi, L. 2002. Análisis geoarqueológico de un suelo del Holoceno tardío en Cabo Vírgenes-Punta Dungeness. Impacto antrópico reciente y distribución del registro arqueológico. *Anales Instituto Patagonia, Serie Ciencias Humanas* 30: 203-212.
- Faegri, K. e Iversen, J. 1989. *Textbook of pollen analysis*. 4º ed., K. Faegri, P.E. Kaland y K. Krzywinski, John Willey & Sons, Copenhagen, 328 pp.
- Franco, N.V., Borrero, L.A. y Mancini, M.V. 2004. Environmental changes and hunter-gatherers in southern Patagonia: Lago Argentino and Cabo Vírgenes (Argentina). *Before farming* (versión on line) 3, art. 3: 1-17. Western Academic & Specialist Press.
- Frink, D. 1994. The oxidizable carbon ratio (OCR): a proposed solution to some of the problems encountered with radiocarbon data. *North American Archaeologist* 15: 17-29.
- Glasser, N.F., Harrison, S., Winchester, V. y Aniya, M. 2004. Late Pleistocene and Holocene palaeoclimate and glacier fluctuations in Patagonia. *Global and Planetary Change* 43: 79-101.
- González Bonorino, G., Bujalesky G., Colombo F. y Ferrero M. 1999. Holocene coastal paleoenvironments in Atlantic Patagonia, Argentina. *Journal of South American Earth Sciences*: 325-331.
- Grimm, E. 2004. TGVView 2.0.2 Software. Illinois State Museum. Research and Collections Center. Springfield. Estados Unidos.
- Haberzettl, T., Fey, M., Lücke, A., Maidana, N., Mayr C., Ohlendorf, C., Schäbitz, F., Schleser G., Wille M. y Zolitschka, B. 2005. Climatically induced lake level during the last millenia as reflected in sediments of Laguna Potrok Aike, southern Patagonia (Santa Cruz, Argentina). *Journal of Paleolimnology* 33: 283-302.
- Heusser, C. y Rabassa J. 1995. Late Holocene forest-steppe interaction at Cabo San Pablo, Isla Grande de Tierra del Fuego, Argentina. *Quaternary of South America and Antarctic Peninsula* 9: 173-182.
- León, R.J.C., Bran, D., Collantes, M., Paruelo, J.M. y Soriano, A., 1998. Grandes unidades de vegetación de la Patagonia extra andina. *Ecología Austral* 8: 125-144.
- L'Heureux L. y Franco, N.V. 2002. Ocupaciones humanas en el área de Cabo Vírgenes (Pcia. de Santa Cruz, Argentina): el sitio Cabo Vírgenes 6. *Anales Instituto Patagonia, Serie Ciencias Humanas* 30: 183-201.
- Luckmann, B.H. y Villalba, R. 2001. Assessing the synchronicity of glacier fluctuations in the Western Cordillera of the Americas during the Last Millennium. En: V. Markgraf (ed.), *Interhemispheric climate linkages*. Academic Press. Estados Unidos, 119-140 pp.
- Mancini, M.V. 1998. Vegetational changes during the Holocene in Extra-Andean Patagonia, Santa Cruz, Argentina. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 138: 207-219.
- Massone, M. 1979. Panorama etnohistórico y arqueológico de la ocupación tehuelche y prototehuelche en la costa del Estrecho de Magallanes. *Anales del Instituto de la Patagonia* 10: 63-107.
- Mazzoni, E. y Vázquez, M. 2004. *Ecosistemas de mallines y paisajes de la Patagonia Austral (Provincia de Santa Cruz)*. Instituto Nacional de Tecnología Agraria. Buenos Aires, 63 pp.
- Mauquoy, D., Blaauw, M., van Geel, B., Borromei, A., Quattrocchio, M., Chambers, F. y Possnert, G. 2004. Late Holocene climatic changes in Tierra del Fuego based on multiproxy analyses of peat deposits. *Quaternary Research* 61: 148-158.
- Mayewski, P., Rohling, E., Stager, J.C., Karlen W., Maasch, K., Meeker, L.D., Meyerson E., Gasse, F., van Kreveld, S., Holmgren, K., Lee-Thorp, J., Rosqvist, G., Rack, F., Staubwasser, M., Schneider, R. y Stieg, E. 2004. Holocene climate variability. *Quaternary Research* 62: 243-255.
- Movia, C.P., Soriano, A. y León, R.J. C. 1987. La vegetación de la cuenca del río Santa Cruz (Provincia de Santa Cruz, Argentina). *Darwiniana* 28: 9-78.
- Oliva, G., González, L., Rial, P. y Livraghi, E. 2001. Áreas ecológicas de Santa Cruz y Tierra del Fuego. En: P. Borrelli y G. Oliva (eds.), *Ganadería ovina sustentable en la Patagonia Austral*. Instituto Nacional de Tecnología Agraria, Santa Cruz, 269 pp.
- Pendall, E., Markgraf, V., White, J.W.C., Dreier, M. y Kenny, R. 2001. Multiproxy record of Late Pleistocene-Holocene climate and vegetation changes from a peat bog in Patagonia. *Quaternary Research* 55: 168-178.
- Prieto A.R., Stutz, S. y Pastorino, S. 1998. Vegetación del Holoceno en la Cueva Las Buitreras, Santa Cruz, Argentina. *Revista Chilena de Historia Natural* 71: 277-290.
- Quintana F., Paez, M. y Mancini, M.V. 2003. Las estepas gramíneas del extremo sur de Santa Cruz: vegetación y polen. *29º Jornadas Argentinas de Botánica y 15º Reunión Anual de la*

- Sociedad Botánica de Chile. San Luis. Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica* 38: 236.
- Roig, F.A. 1998. La vegetación de la Patagonia. En: M. Correa (ed.), *Flora Patagónica*. Colección Científica Instituto Nacional de Tecnología Agraria, Buenos Aires 8: 48-166.
- Schäbitz, F., Paez, M.M., Mancini, M.V., Quintana, F., Wille, M., Corbella, H., Haberzettl, T., Lücke, A., Prieto, A.R., Maidana, N., Mayr, C., Ohlendorf, C., Scheleser, G.H. y Zolitschka, B. 2003. Estudios paleoambientales en lagos volcánicos en la Región Volcánica de Pali Aike, sur de Patagonia (Argentina): palinología. *Revista del Museo Argentino de Ciencias Naturales, Nueva Serie* 5: 301-316.
- Soon, W. y Baliunas, S. 2003. Proxy climatic and environmental changes of the past 1000 years. *Climate Research* 23: 89-110.
- Stine, S. 1994. Extreme and persistent drought in California and Patagonia during mediaeval time. *Nature* 369: 546-549.
- Tuhkanen, S. 1992. The climate of Tierra del Fuego from a vegetation geographical point of view and its ecoclimatic counterparts elsewhere. *Acta Botanica Fennica* 145: 1-64.
- Uribe, P. y Zamora, E. 1981. Origen y geomorfología de la Punta Dungeness, Patagonia. *Anales del Instituto de Patagonia* 12: 143-158.
- Villalba, R., Masiokas, M., Kitzberger, T. y Boninsegna, J. 2005. Biogeographical consequences of recent climate changes in the Southern Andes of Argentina. En: U. Huber, H.K.M. Bugmann y M.A. Reasoner (eds.), *Global change and Mountain Region: an overview of current knowledge*. Series Advances in Global Change Research, Springer. New York, 23: 650 pp.
- Zolitschka, B., Schäbitz, F., Lücke, A., Wille, M., Mayr, C., Ohlendorf, C., Anselmetti, F., Ariztegui, D., Corbella, H., Ercolano, B., Fey, M., Haberzettl, T., Maidana, N., Oliva, G., Paez, M. y Schlessler, G. 2004. Climate changes in Southern Patagonia (Santa Cruz, Argentina) inferred from lake sediments: the multi-proxy approach of SALSA. *PAGE News* 12: 9-11.

Recibido: 1 de julio de 2005.

Aceptado: 19 de julio de 2006.